

**Antonín LOKAJ<sup>1</sup>, Kristýna VAVRUŠOVÁ<sup>2</sup>**

**OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI JEDNOSTŘIŽNÉHO HŘEBÍKOVÉHO  
SPOJE CEMENTOŠTĚPKOVÝCH DESEK**

**CARRYING CAPACITY ASSESSMENT OF ONE-SHEAR NAIL JOINT  
OF CEMENT-SPLINTER BOARDS**

**Abstrakt**

Obsahem tohoto příspěvku je popis chování a únosnost jednostrážných hřebíkových spojů ve spoji cementošťpkových desek s prostředním prvkem z rostlého dřeva. Toto je provedeno na základě destruktivního laboratorního testování podle platných evropských norem [1]. V druhé části tohoto příspěvku je popsáno typické porušení těchto spojů a srovnání s výsledky spojů, kde cementošťpkové desky jsou nahrazeny rostlým dřevem.

**Klíčová slova**

Cementošťpkové desky, rostlé dřevo, hřebíkový spoj, stříh, únosnost, pevnost v otláčení.

**Abstract**

The aim of this article is in description of behavior and bearing capacity of one-shear nail joint of cement-splinter boards with middle solid wood element. This is made on the base of destructive laboratory testing according to valid European standards [1]. In the second part of this paper there is described typical damage of these joints and comparison of these results with bearing capacity of the same way arranged and loaded joints, where however instead of cement-splinter boards solid wood boards were used.

**Keywords**

Cement-splinter boards, solid wood, nail joint, shear, carrying capacity, embedment strength.

**1 ÚVOD**

Cementošťpkové desky (mimo jiné materiály [2,3]) se ve stavebnictví používají především jako nosné a ztužující opláštění stěn dřevostaveb s dřevěným nosným rámem [4]. Materiálové charakteristiky (fyzikální a mechanické) těchto desek jsou již poměrně detailně laboratorně stanoveny a známy. V českých normách pro navrhování dřevěných konstrukcí však nenalezneme údaje o pevnosti těchto desek v otláčení, což je nezbytný údaj pro správné nadimenzování hřebíkových přípojů těchto desek k dřevěnému nosnému rámu.

Testované vzorky jsou navrženy tak, aby odpovídaly rozměrům užívaným v praxi (tloušťka cementošťpkových desek a středního prvku z rostlého dřeva, průměr a uspořádání hřebíkových spojů) a výsledky tohoto výzkumu byly aplikovatelné v praxi.

---

<sup>1</sup> Doc. Ing. Antonín Lokaj, Ph.D., Katedra konstrukcí, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava-Poruba, tel.: (+420) 597 321 302, e-mail: antonin.lokaj@vsb.cz.

<sup>2</sup> Ing. Kristýna Vavrušová, Ph.D., Katedra konstrukcí, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava-Poruba, tel.: (+420) 597 321 375 e-mail: kristyna.vavrusova@vsb.cz.

## 2 LABORATORNÍ TESTOVÁNÍ

### Testovaný materiál

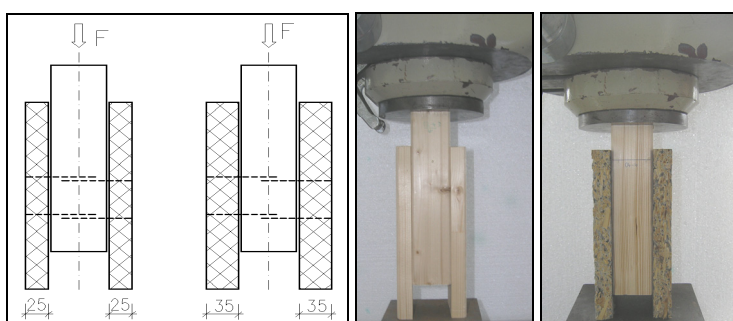
Pro testování byly zvoleny cemetoštěpkové desky tloušťky 25 mm ( $\rho_k = 700 \text{ kg.m}^{-3}$ ) a 35 mm ( $\rho_k = 650 \text{ kg.m}^{-3}$ ) a hranoly z rostlého dřeva (smrkové řezivo pevnostní třídy C24 s normovou charakteristickou hustotou  $\rho_k = 350 \text{ kg.m}^{-3}$  jejichž naměřená průměrná hodnota byla  $470 \text{ kg.m}^{-3}$  [5].

### Spojovací prostředky

Jako spojovací prostředky byly zvoleny hřebíky o průměru 2,8 mm a délce 70 mm z oceli s mezí pevnosti  $f_u = 600 \text{ MPa}$ .

### Testované vzorky

Byly vyrobeny dvě sady vzorků jednostřížných hřebíkových spojů cementoštěpkových desek s prostředním prvkem z rostlého dřeva (po čtyřiceti kusech v každé sadě). Tloušťka středního prvku z rostlého dřeva je 60 mm. Tloušťka krajních cementoštěpkových desek a desek z rostlého dřeva byla zvolena v praxi nejpoužívanějších hodnotách 25 a 35 mm (obr. 1, 2 a 3).



Obr. 1, 2, 3: Zkušební vzorky s vybranými tloušťkami bočních desek (25 a 35 mm)

### Zkušební postup

Testování probíhalo na zkušebním lisu EU 40 v laboratoři Fakulty stavební VŠB-TUO [5,6,7].

## 3 VÝSLEDKY LABORATORNÍHO TESTOVÁNÍ

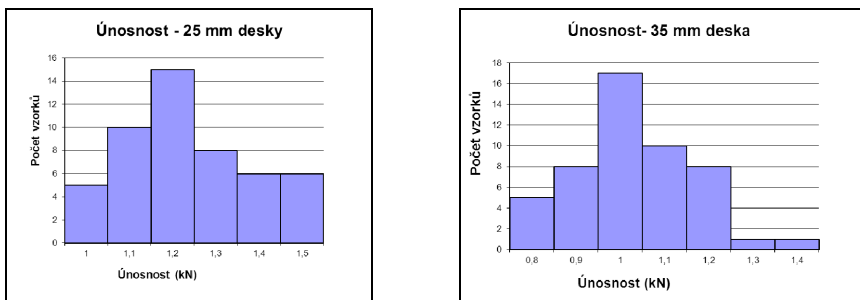
### 3.1 Statistické vyhodnocení výsledků testů

Tabulka 1 uvádí stručný přehled statisticky vyhodnocených výsledků laboratorního stanovení únosnosti hřebíků ve spojích středního prvku z rostlého dřeva s krajními cementoštěpkovými deskami vybraných tlouštěk. V tabulce 1 jsou rovněž uvedeny hodnoty únosnosti hřebíkového spoje stanovené výpočtem podle [1] (jednostřížné spoje deska-dřevo) pro  $k_{mod} = 1,0$  a  $\gamma_M = 1,3$ .

Tab. 1: Tabulka výsledných hodnot únosnosti jednostřížných hřebíkových spojů ( $F_{v,Rk}$ ) ve spojích středního prvku z rostlého dřeva s cementoštěpkovými deskami vybraných tlouštěk ( $F_{v,Rk, mean}$  – průměrná hodnota veličiny, SD – směrodatná odchylka,  $F_{v,Rk,l}$  – 5% kvantil – charakteristická hodnota laboratorně stanovené hodnoty únosnosti,  $F_{v,Rk}$  – 5% kvantil – charakteristická hodnota určená výpočtem dle [1])

| Tloušťka krajních desek [mm] | Laboratorně stanovená únosnost hřebíku [kN] |       |              | Únosnost hřebíku stanovená výpočtem podle [1] |
|------------------------------|---|-------|--------------|---|
| $t$ [mm]                     | $F_{v,Rk, mean}$                            | SD    | $F_{v,Rk,l}$ | $F_{v,Rk}$                                    |
| 25                           | 1,275                                       | 0,146 | 1,034        | 0,857   |
| 35                           | 1,080                                       | 0,129 | 0,868        | 0,854   |

Na základě výsledků laboratorního testování byly sestaveny histogramy (obr. 4 a 5) únosnosti hřebíků ve spojích s cementoštěpkovými deskami vybraných tloušťek (tyto histogramy lze využít ve výpočtech pomocí plně pravděpodobnostních metod, např. SBRA [8,9]).



Obr. 4, 5: Histogramy laboratorně naměřených hodnot únosnosti hřebíku v jednostřížných spojích ( $F_{v,Rk}$ ) s cementoštěpkovými deskami tloušťky 25 a 35 mm

### 3.2 Porušení vzorků

Zkušební vzorky byly zatěžovány až do dosažení maximálního zatížení nebo posunutí spoje 15 mm (obr. 6). Ve většině případů došlo k dosažení maximálního zatížení před posunutím o hodnotě 15 mm. Na obrázku 6 je uveden zkušební vzorek před a po destruktivním testování. U vzorku po destruktivním testování je viditelný posun cementoštěpkových desek. Na obrázku 7 je znázorněno typické porušení (plastický ohyb) spojovacích prostředků – hřebíků.



Obr. 6, 7: Zkušební vzorky před a po destruktivním testování; typické porušení spojovacích prostředků - hřebíků

### 3.3 Srovnání se vzorky s deskami z rostlého dřeva

Pro možnost srovnání únosnosti hřebíků v jednostřížném spoji cementoštěpkových desek a desek z rostlého dřeva byla provedena další série testů 40 vzorků, kdy byly cementoštěpkové desky nahrazeny deskami dřeva rostlého. Statisticky vyhodnocené výsledky testů jsou uvedeny v tab. 2.

Tab. 2: Výsledné hodnoty únosnosti hřebíku v jednostřížném spoji ( $F_{v,Rk}$ ) středního prvku z rostlého dřeva s krajními deskami z rostlého dřeva vybraných tloušťek ( $F_{v,Rk, mean}$  – průměrná hodnota veličiny,  $SD$  - směrodatná odchylka,  $F_{v,Rk}$  - 5% kvantil – charakteristická hodnota laboratorně stanovené hodnoty únosnosti,  $F_{v,Rk}$  - 5% kvantil – charakteristická hodnota určená výpočtem dle [1])

| Tloušťka krajních dřev [mm] | Laboratorně stanovená únosnost hřebíků [kN] |       |            | Únosnost hřebíku stanovená výpočtem podle [1] |
|-----------------------------|---|-------|------------|---|
| $t$ [mm]                    | $F_{v,Rk, mean}$                            | $SD$  | $F_{v,Rk}$ | $F_{v,Rk}$                                    |
| 25                          | 0,915                                       | 0,050 | 0,816      | 0,734   |
| 35                          | 0,863                                       | 0,021 | 0,828      | 0,734   |

## 4 ZÁVĚR

Podle [1] činí vypočtená charakteristická únosnost pro jednostřížné spoje cementoštěpkových desek se středním prvkem z rostlého dřeva  $F_{v,Rk} = 0,857$  kN pro desku tloušťky 25 mm a  $F_{v,Rk} = 0,854$  kN pro desku tloušťky 35 mm. Charakteristická hodnota, získaná z výsledků laboratorního testování pro cementoštěpkovou desku tloušťky 25 mm, činí  $F_{v,Rk} = 1,034$  kN a pro desku tloušťky 35 mm  $F_{v,Rk} = 0,868$  kN. Tyto hodnoty jsou stanoveny pro posun spoje o hodnotě 1 mm.

Z tabulek 1 a 2 je patrné, že únosnost jednostřížných spojů s cementoštěpkovými deskami je větší než s deskami z dřeva rostlého. Pro desky tloušťky 25 mm je rozdíl přibližně 22 % a pro desky tloušťky 35 mm přibližně 5 %. Tento rozdíl v únosnosti je pravděpodobně způsoben rozdílnou hustotou desek z rostlého dřeva a desek cementoštěpkových, které byly použity jako krajní prvky testovaných spojů.

Je možné konstatovat, že cementoštěpkové desky se ve spojích kolíkového typu chovají obdobně jako rostlé dřevo. Ve výpočtech únosnosti těchto spojů je ale potřeba dosadit do vztahů aktuální hustotu cementoštěpkových desek.

## PODĚKOVÁNÍ

Práce byla podporována z prostředků koncepčního rozvoje vědy, výzkumu a inovací pro rok 2012 přidělených VŠB-TU Ostrava ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

## LITERATURA

- [1] Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General – Common rules and rules for buildings, Czech Standards Institute, 01/2007.
- [2] MIKOLASEK, D., The analysis of peak joint section of glued laminated structure, In *The Building horizon*, 2010, volume 19, number 8, p. 239 – 242, ISSN 1210-4027. (In Czech language)
- [3] POSTULKA J., SANDANUS, J., Berechnungsverfahren für eine Holz-Beton-Verbunddecke mit nägeln als verbindungsmittel, In *Bautechnik* 76, 2007, Heft 11, pp. 1026 – 1031, ISSN 0932-8351.
- [4] HAVIROVA, Z., KUBU, P., Reliability and service life of constructions and buildings of wood, In *Wood Research* 51, 2007, pp. 15 – 28, ISSN: 1336-4561.
- [5] CSN EN 383 Timber structures - Test methods - Determination of embedment strength and foundation values for dowel type fasteners, Czech Standards Institute, 06/2007.
- [6] CSN EN 1380 – Timber structures – Test methods – Bearing nails, woodscrews, dowels and bolts, 12/2009.
- [7] LOKAJ, A., VAVRUSOVA, K., RYKALOVA, E. Application of laboratory tests results of dowel joints in cement-splinter boards VELOX into the fully probabilistic methods (SBRA method). In *Applied Mechanics and Civil Engineering (AMCE)* 2011, Macau 12/2011, ISSN: 1660-9336, ISBN: 13978-3-03785-291-0.
- [8] MAREK, P., BROZZETTI, J., GUSTAR, M. and TIKALSKY, P., *Probabilistic Assessment of Structures using Monte Carlo Simulation*. Praha (2003). ISBN 80-86246-19-1
- [9] KRIVY, V. & MAREK, P. Zur probabilistischen Bemessung von Stahlrahmen. In *Stahlbau*, 76. Jahrgang, Heft 1, (2007) pp. 12 - 20, ISSN 0038-9145.

## Oponentní posudek vypracoval:

Doc. Ing. Jaroslav Sandanus, PhD., Katedra kovových a drevených konstrukcí, Stavebná fakulta, STU v Bratislave.

Ing. Renáta Korenková, PhD., Katedra pozemního stavitel'stva a urbanizmu, Stavebná fakulta, ŽU v Žiline.